

M. Almeida, L. Bragança, P. Silva, S. Silva, R. Mateus, J. Barbosa, C. Araújo (Eds.)
© 2012 Os Autores e os Editores. Todos os direitos reservados.

Aplicação do Sistema de Avaliação SBTool^{PT}-H na otimização da sustentabilidade de um caso de estudo em Guimarães

Fernando Mota, Joana Gonçalves, Michael Loureiro, Paulo Mendes

Universidade do Minho, Escola de Arquitectura, Guimarães, Portugal

mota_462@hotmail.com, joanadarq@live.com.pt, mico_loureiro@hotmail.com, pjkm21@gmail.com

Ricardo Mateus, Luís Bragança

Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Guimarães, Portugal

ricardomateus@civil.uminho.pt, braganca@civil.uminho.pt

RESUMO: O contexto presente alerta para a necessidade de repensar o atual modelo de consumo: a escassez de alguns recursos naturais, nomeadamente combustíveis fósseis e matérias-primas, e a consequente escalada de preços, tornam-se insustentáveis tanto a nível ambiental, como económico e social. A prática de uma construção sustentável é um dos passos mais importantes para fazer face a esta situação. Neste sentido, torna-se essencial a utilização de ferramentas que, durante a fase de projeto, permitam compreender os impactos associados às diferentes alternativas de projeto. O sistema de avaliação SBTool^{PT}-H é uma importante ferramenta para os projetistas no sentido de se projetar com base nos princípios do desenvolvimento sustentável. Neste artigo apresenta-se a aplicação do sistema SBTool^{PT}-H na otimização da sustentabilidade de um caso de estudo.

1 INTRODUÇÃO

Em 1987 o Relatório Brundtland define desenvolvimento sustentável como «o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades» (CMMAD, 1987), afetando não apenas a dimensão ambiental mas também as dimensões social e económica.

Em 1996, Herman Daly afirmava «No novo modelo económico o progresso não pode ser visto como a expansão quantitativa mas terá que ser visto como a melhoria qualitativa que assenta no facto de o sistema terrestre ser finito, não crescente e materialmente fechado» (Daly, 1996). No entanto, os dados da última década demonstram que ainda não houve uma tomada de consciência efetiva da necessidade de preservação dos recursos e do território. Em 2008 o consumo mundial de energia primária foi de 11 294,9 milhões de TEP (Toneladas de Petróleo Equivalente), o que representa um aumento de 1,7% face ao ano anterior. Desta energia, a esmagadora maioria (88%) corresponde a energia fóssil, não renovável e causadora de gases de efeito de estufa, nomeadamente petróleo, carvão e gás natural, sendo que a energia hidroelétrica aparece apenas em quarto lugar, correspondendo a 6% do total do consumo energético. Isto, apesar de as recentes crises económicas e petrolíferas terem ajudado a diminuir a escalada no consumo e levado a repensar o modelo energético global, atualmente ainda muito dependente do petróleo. Em Portugal, esta fonte de energia representa ainda 61% do consumo nacional de energia primária (Andrade, 2010), apesar de a radiação solar na zona mediterrânica ser extremamente favorável à produção de energia solar e de os ventos na Europa apresentarem grande potencial para produção de energia eólica (Tirone, 2012).

Paralelamente a esta situação, cerca de metade da população mundial vive em cidades, valor com tendência a aumentar nas próximas décadas (ONU, 2001), tornando urgente a necessidade de planeamento urbano e de regulamentação da qualidade da construção, para uma melhor gestão dos recursos. Evitar a construção massiva em desfavor das áreas com vegetação pode,

por exemplo, dar lugar ao efeito conhecido como «ilha de calor», aumentando as necessidades de arrefecimento artificial e, conseqüentemente os consumos energéticos, contribuir para o efeito smog e para o aquecimento global e ser nocivo para a saúde humana, como refere Kibert (2005).

Acresce que a indústria da construção é uma das mais representativas na economia mundial, correspondendo a 28,1% do emprego na indústria da União Europeia, mas também a que está associada a maiores impactes ambientais, pois é responsável por cerca de 30% das emissões de carbono e pelo consumo de mais matérias-primas, 50% acima de qualquer outro sector (Fernandes & Mateus, 2012). Segundo alguns autores, 40% da energia é utilizada para operar edifícios e o sector da construção é responsável por cerca de 50% dos materiais retirados da crosta terrestre (Tirone, 2012), tornando-se premente repensar o modo de construir, dando resposta ao novo paradigma da atualidade: desenvolvimento sustentável.

Face a esta problemática é essencial que, desde a fase de projeto, se repense a necessidade de ordenar o território, economizar água, maximizar a durabilidade do edifício, minimizar a produção de resíduos, optar por materiais eco-eficientes, implementar medidas de aproveitamento de energias endógenas e planejar a conservação e eventual desmantelamento da construção. Para atingir estes objetivos, a metodologia SBTool^{PT}-H (Mateus & Bragança, 2011) revela-se uma importante ferramenta de projeto, mais do que de avaliação final, como se pretende mostrar no caso de estudo.

2 APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O caso de estudo consiste no projeto de arquitectura de um módulo habitacional unifamiliar de tipologia T2, a implantar no vazio urbano existente entre as Avenidas D. João IV e Afonso Henriques e a Rua da Caldeirôa, em Guimarães, nas imediações das antigas fábricas Cavalinho, Herculano e Pimenta e Fábrica da Caldeirôa, hoje abandonadas (figura 1), na zona conhecida como Vale de Couros.

Trata-se de um terreno a cerca de 40 km da costa; a Norte e a Este confronta com construções existentes de cêrcea mais elevada, a Sul e a Oeste encontram-se árvores de grande porte. O aglomerado edificado envolvente é de média densidade, predominando as construções industriais, maioritariamente desactivadas, e algumas habitações unifamiliares.

O vale de Couros, no limite da cidade turística, mas ainda numa zona central de Guimarães, foi sendo urbanizado ao longo dos séculos pela sua proximidade com a ribeira de Couros, potenciadora da indústria de curtumes, adaptada com o tempo à indústria têxtil. A expansão para a periferia e a deslocalização da indústria levaram ao abandono gradual da zona, conduzindo ao seu envelhecimento e degradação, tornando-se numa zona esquecida da cidade. O seu valor patrimonial, mas também a sua localização estratégica, próxima tanto do centro histórico como da estação ferroviária e dos nós de acesso à variante, tornam o vale de Couros um bom exemplo do potencial de reabilitação das cidades. A estes factores associa-se uma grande área de vazios residuais, fruto do não planeamento urbano ao longo dos tempos, que deixam em aberto a possibilidade de uma ocupação em consonância com os diferentes extractos da História da cidade.

Redinamizar estes vazios urbanos, devolvendo-os à cidade, evitando a tendência de fuga para as zonas periféricas, permitiria maximizar o aproveitamento das infra-estruturas e das redes de comunicações, entre outros recursos já aplicados no lugar, potenciando comunidades mais integradas e sustentáveis, ao reduzir as necessidades de deslocação dos habitantes e estimulando a utilização de transportes públicos ou a circulação pedonal, com claras repercussões não só ao nível ambiental, mas também social.

Ainda que para efeitos do estudo se tenha considerado apenas um módulo, propõe-se, a título de exemplo, uma solução de implantação para duas habitações em banda (figura 2), que poderia ser desdobrada numa ocupação mais extensa de todo o lote. Assim, para efeitos de avaliação, contabilizou-se apenas uma área de 300 m² por habitação.

Dada a grande dimensão do lote, com cerca de 45 000 m², procurou-se a implantação num lugar que garantisse simultaneamente facilidade de acesso, topografia adequada à construção, oferecendo à partida um menor declive, menores níveis de ruído e melhor exposição solar mas também sombreamento, protecção contra ventos e maior privacidade tirando partido da massa

arbórea existente. Assim, a entrada efectua-se a Norte/Nordeste, à cota 175, pela Rua da Caldeirôa, orientando os principais envidraçados da habitação a Sul/Sudoeste.



Figura 1. Zona de Implantação



Figura 2. Implantação de dois módulos de habitação

3 METODOLOGIA

A avaliação e otimização do caso de estudo baseiam-se no módulo de habitação da ferramenta internacional SBTool, adaptado à realidade portuguesa pela Associação iiSBE Portugal. Informações mais detalhadas sobre a metodologia encontram-se em Bragança & Mateus (2009). Nesta fase do processo de avaliação, não foram considerados os parâmetros referentes à Dimensão Económica da construção, centrando-se a avaliação em 20 parâmetros relacionados com as dimensões ambiental e social, cujas categorias são especificadas a tabela 1, abrangendo todo o ciclo de vida do edifício, desde a sua implantação à desconstrução, passando pela fase de utilização.

Tabela 1. Dimensões e respetivas categorias da sustentabilidade na metodologia SBTool^{PT}

Dimensões da Sustentabilidade	Categorias
Ambiental	C1 – Alterações Climáticas e Qualidade Ar Exterior
	C2 – Uso do solo e biodiversidade
	C3 - Energia
	C4 – Materiais e Resíduos Sólidos
	C5 - Água
Social	C6 – Conforto e Saúde dos Utilizadores
	C7 - Acessibilidades
	C8 – Sensibilização e educação para a Sustentabilidade
Económica	C9 – Custos de ciclo de vida

Depois de uma primeira avaliação da sustentabilidade da solução base, apresentada no capítulo 4, procurou-se encontrar soluções para a optimização do projeto, apresentadas no capítulo 5. Ainda que se apresentem, sempre que possível, propostas de optimização para os parâmetros considerados, este estudo dá particular destaque ao Parâmetro 1, *Impactes Ambientais das Soluções Construtivas*, por se considerar que este terá grande influência nos restantes parâmetros, ao nível térmico, de qualidade do ar interior ou certificação de materiais, por exemplo.

4 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA SOLUÇÃO BASE

A solução base e respetiva avaliação são apresentadas na tabela 2, juntamente com uma curta descrição da importância e aplicação de cada parâmetro considerado. Para cada caso é assinalado ainda se o parâmetro foi sujeito a otimização ou se, por impossibilidade ou menor relevância para o caso de estudo, o mesmo não foi considerado. Na referida tabela são ainda discutidos alguns fatores de valorização ou possibilidades de melhoria.

Tabela 2. Avaliação da sustentabilidade da solução base

Categoria	Parâmetro	Aplicação	Solução base	Classe	Optimiz.
C1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	P1 Valor agregado dos impactos ambientais de ciclo de vida	- Durabilidade - Toxicidade - Energia incorporada - Potencial de reutilização e reciclagem	- paredes exteriores com fachada ventilada, isolamento em XPS e tijolo cerâmico - cobertura com laje de vigotas pré-esforçadas - piso térreo com isolamento e soalho de madeira - paredes interiores de tijolo com reboco	C	Sujeito a otimização
	P2 % de utilização do Índice de Utilização Líquida disponível	- preservar o recurso finito território - reduzir as necessidades de infra-estruturação	- dois módulos numa vasta área de implantação	E	Multiplicação dos módulos permitiria uma ocupação mais extensa
	P3 Índice de impermeabilização	- absorver águas pluviais - conservar a natureza e ecossistemas - controlar as cheias.	- solução de cobertura convencional - pavimentos exteriores impermeáveis	C	Sujeito a otimização
	P4 % da área de intervenção previamente contaminada ou edificada	- contrariar a progressiva destruição de habitats naturais e o equilíbrio ecológico de zonas envolventes.	- inserindo-se num dos vazios urbanos deixados residualmente na malha da cidade, ocupa, para efeitos de avaliação, terreno considerado virgem	D	Permite a reestruturação urbana da zona da cidade.
C2 Uso do solo e biodiversidade	P5 % de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	- contribuir para maior equilíbrio ecológico e sustentabilidade do meio construído. - Combater o efeito ilha de calor que causa:	- não foram previstas quaisquer soluções de ajardinamento e integração de vegetação	D	Sujeito a otimização
	P6 % de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%	maiores gastos energéticos e económicos, gravosos para o ambiente e para a saúde humana.	- unicamente o rufo de zinco sem cobertura tem reflectância superior a 60%	C	Sujeito a otimização
C3 Energia	P7 Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	- reduzir os consumos energéticos	- desenho solar passivo tirando partido do sombreamento natural e de uma orientação solar favorável	C	Sujeito a otimização
	P8 Quantidade de energia produzida no edifício através de fontes renováveis	- promover a utilização de energias endógenas	- sem qualquer aproveitamento de energias endógenas	E	Sujeito a otimização

Tabela 2 (cont.). Avaliação da sustentabilidade da solução base

Categoria	Parâmetro	Aplicação	Solução base	Classe	Optimiz.
C4 Materiais e resíduos sólidos	P9 % em peso de materiais reutilizados na construção do edifício	- Favorecer a reutilização directa de materiais - Preferir soluções construtivas que facilitem a desconstrução	- não foi prevista a reutilização de materiais na construção do edifício	D	
	P10 % em peso de materiais reciclados na construção do edifício	- reduzir necessidades de matérias-primas - diminuir quantidade de resíduos - reduzir os impactes ambientais - contribuir para o equilíbrio dos ecossistemas	- não se consideraram materiais reciclados na solução base	D	Sujeito a optimização
	P11 % em custo dos produtos de base orgânica certificados	- combater a exploração abusiva, corte ilegal e desflorestação	- materiais de origem desconhecida ou não certificada	D	Sujeito a optimização
	P12 % em massa de materiais substitutos do cimento no betão	- reduzir a produção de cimento - reintegrar resíduos e subprodutos industriais	- composição de betão convencional	D	Sujeito a optimização
	P13 Índice de eficiência de deposição de resíduos domésticos	- promover a recolha selectiva e a valorização de resíduos - combater a deposição em lixeiras e aterros	- ponto de recolha e separação de resíduos (ecoponto público) a menos de 50 metros - inexistência de ecopontos domésticos	C	Sujeito a optimização
C5 Água	P14 Volume de água potável consumida anualmente per capita	- sensibilizar para o consumo sustentável - reduzir custos financeiros e ambientais associados ao tratamento de águas	- prática corrente para torneiras e equipamentos	E	Sujeito a optimização
	P15 % de redução do consumo de água potável		- não prevista a recolha de águas pluviais	D	Sujeito a optimização
C6 Conforto e saúde dos utilizadores	P16 Potencial de ventilação natural	- reduzir custos de climatização - melhorar a qualidade ambiental interior	- correcto dimensionamento do módulo e grande área das aberturas permitem a ventilação natural cruzada de modo eficiente	A+	Superior à prática convencional e à melhor prática
	P17 % em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	- reduzir impactes na qualidade do ar interior - com produtos prejudiciais à saúde	- não prevista a selecção dos materiais de acabamento segundo o conteúdo COV	D	Sujeito a optimização
	P18 Nível de conforto térmico médio anual	Não considerado para efeitos de avaliação			
	P19 Média do factor luz dia médio	- minimizar o consumo de energia para iluminação artificial - criar ambientes com maior salubridade e conforto	- orientação solar adequada - vãos recuados para um correcto sombreamento	A+	
	P20 Nível médio de isolamento acústico	Não considerado para efeitos de avaliação			

Tabela 2 (cont.). Avaliação da sustentabilidade da solução base

Categoria	Parâmetro	Aplicação	Solução base	Classe	Optimiz.
C7	P21				
	Índice de acessibilidade a transportes públicos	- redução do recurso ao automóvel - redução da emissão de gases associados	- 22 linhas de autocarro - próximo da estação ferroviária	A+	Superior à prática convencional e à melhor prática
	P22				
	Índice de acessibilidade a amenidades	ao efeito de estufa	- amenidades num raio máximo de 2500m	A+	
C8	P23	Disponibilidade e Conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	Não considerado para efeitos de avaliação		
C9	P24	Valor do custo do investimento inicial por m ² de área útil	Não considerado para efeitos de avaliação		
	P25	Valor actual dos custos de utilização por m ² de área útil	Não considerado para efeitos de avaliação		
CLASSIFICAÇÃO GLOBAL					C (0.26)

5 OPTIMIZAÇÃO DO PROJECTO SEGUNDO OS PARÂMETROS SBTOOL^{PT}-H

5.1 Impactes ambientais das soluções construtivas

Para a optimização do projecto deu-se particular destaque à avaliação da sustentabilidade das soluções construtivas. Para além da solução base, avaliaram-se outras soluções convencionais para paredes exteriores, coberturas, pisos térreos e paredes interiores, procurando-se uma solução de equilíbrio entre conforto dos utilizadores e eco-eficiência.

5.1.1. Paredes Exteriores

- Solução 1 - Parede dupla de alvenaria de tijolo cerâmico
- Solução 2 - Paredes em sistema LSF
- Solução 3 - Fachada ventilada (c/XPS e tijolo cerâmico)
- Solução 3.1 - Fachada ventilada (c/cortiça e tijolo cerâmico)
- Solução 3.2 - Fachada ventilada (c/XPS e bloco de betão)
- Solução 3.3 - Fachada ventilada (c/cortiça e bloco de betão)
- Solução 4 - Parede simples c\ sistema ETICS
- Solução 5 - Parede de dois panos com exterior em tijolo maciço
- Solução 6 - Parede simples com sistema ETICS (c/ cortiça)

Na solução 3 – *Fachada ventilada com XPS sobre tijolo cerâmico* – escolhida inicialmente, consideraram-se diferentes materiais de suporte: tijolos cerâmicos e blocos de betão; e diferentes isolamentos: XPS e aglomerado de cortiça. Como é visível na figura 3, o menor impacto nas categorias de impacto ambiental consideradas é obtido quando é utilizada cortiça como material de isolamento. No entanto esta solução fica, em termos ambientais, bastante aquém das restantes soluções, mesmo as mais convencionais, como a parede dupla de alvenaria de tijolo cerâmico (solução 1).

As opções mais equilibradas são as soluções 4 e 6, com sistema ETICS, ainda que seja notável a redução dos impactes ambientais quando se propõe a substituição do tradicional

isolamento em EPS pelo sistema CORKFACE, com aglomerado de cortiça negra. Ainda que implique um maior investimento inicial em relação à solução 4, a solução construtiva 6 é a mais eco-eficiente de todas as soluções analisadas, sem pôr em causa a performance térmica da parede.

5.1.2. Cobertura

- Solução 1 – Cobertura com laje de vigotas pré-esforçadas
- Solução 1.2 – Cobertura ajardinada com laje de vigotas pré-esforçadas
- Solução 2 – Cobertura ajardinada com laje colaborante
- Solução 3 – Cobertura em sistema LSF

Das diferentes soluções de cobertura analisadas, a menos gravosa para o ambiente seria a solução 3, *cobertura em sistema LSF*. A solução 2, com laje colaborante, ainda que ajardinada, apresenta um desempenho francamente mau à luz dos critérios de avaliação, nomeadamente quando comparada com as restantes soluções.

Apesar de se reconhecer como melhor opção a solução 3, optou-se, no caso de estudo, por manter a opção inicial por uma cobertura com laje de vigotas pré-esforçadas, por uma questão de compatibilização e coerência com o sistema estrutural em betão definido. De modo a tornar a solução de cobertura ambientalmente mais eficiente optou-se unicamente por alterar para uma solução ajardinada (solução 1.2), o que permitirá, melhorar a performance térmica deste elemento construtivo, paralelamente a uma ligeira redução dos impactes ambientais em relação à solução original, tal como se pode verificar na figura 4.

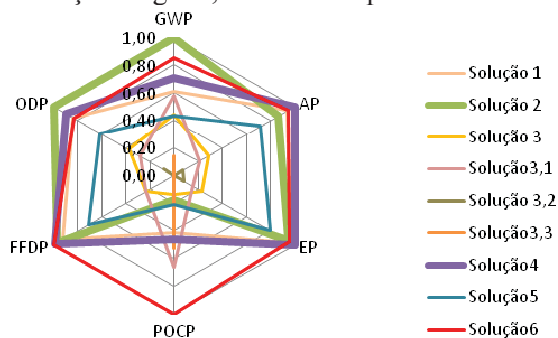


Figura 3. Avaliação da sustentabilidade das soluções construtivas para paredes exteriores

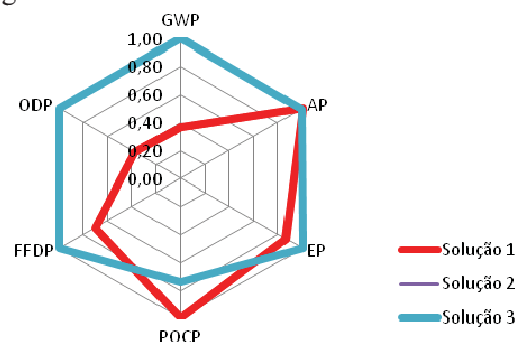


Figura 4. Avaliação da sustentabilidade das soluções construtivas para cobertura

5.1.3. Pavimentos

- Solução 1 – Piso térreo com isolamento e soalho de madeira
- Solução 2 – Piso térreo sem isolamento e soalho de madeira
- Solução 3 – Piso térreo com isolamento e tijoleira

Na avaliação de pisos térreos consideraram-se duas opções principais: com e sem isolamento térmico. Como se pode verificar claramente na figura 5, os impactes ambientais são bastante superiores quando se opta por pavimentos isolados, piorando drasticamente se estes forem revestidos com tijoleira ou mosaico cerâmico (solução 3).

Neste caso, optou-se por uma solução de equilíbrio entre sustentabilidade ambiental e conforto dos utilizadores, apostando numa maior eficiência térmica, mantendo-se a solução construtiva prevista inicialmente, com soalho de madeira e isolamento térmico.

5.1.4. Paredes Interiores

- Solução 1 – parede em gesso cartonado
- Solução 2 – parede em OSB
- Solução 3 – parede de tijolo com reboco
- Solução 4 – parede de faces em madeira

A solução 4, *estrutura metálica revestida com madeira*, apresenta os menores impactos ambientais, por utilizar madeira natural, tal como se pode observar na figura 6. A solução 2, apesar de bastante semelhante, torna-se mais prejudicial ao ambiente sobretudo pelos impactos associados à produção dos painéis OSB.

Neste critério, considerou-se a alteração das paredes de tijolo (solução 3) para paredes de gesso cartonado (solução 1), uma vez que a perda de massa térmica é irrelevante no resultado final e é balanceada pela utilização de material reciclado/reciclável, com um custo mais moderado que a melhor solução estudada, com faces em madeira.

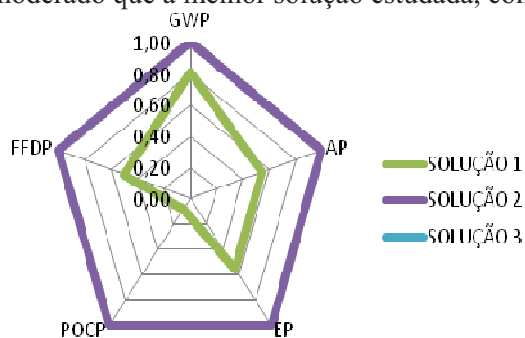


Figura 5. Avaliação da sustentabilidade das soluções construtivas para pavimentos térreos

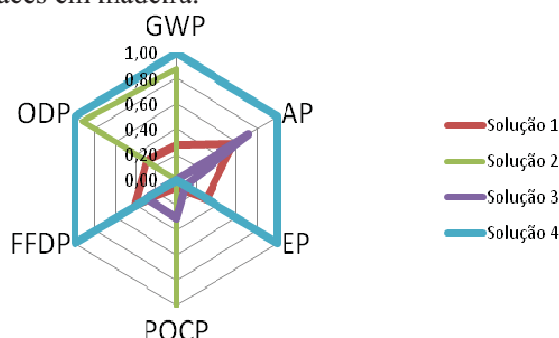


Figura 6. Avaliação da sustentabilidade das soluções construtivas para paredes interiores

6 SÍNTESE DOS RESULTADOS DA OPTIMIZAÇÃO

A comparação entre as classificações da solução inicial e as classificações obtidas após optimização, implementando-se as medidas sugeridas, relativamente aos vários parâmetros em estudo, mostra que é possível melhorar a construção e, simultaneamente contribuir para a sustentabilidade. A tabela 3 sintetiza as soluções propostas para cada parâmetro considerado.

Tabela 3. Avaliação do nível de sustentabilidade da solução otimizada

Parâmetro	Solução otimizada	Nível de Sustentabilidade inicial	Nível de Sustentabilidade final
P1 Valor agregado dos impactos ambientais de ciclo de vida	- paredes exteriores: simples com sistema ETICS CorkFace - cobertura com laje de vigotas pré-esforçadas ajardinada - piso térreo com isolamento e soalho de madeira - paredes interiores em gesso cartonado	C	B
P3 Índice de impermeabilização	- pavimentos exteriores: grelhas de arrelvamento - cobertura ajardinada - recolha de águas pluviais na cobertura	C	A
P5 % de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	- ajardinamento da cobertura com vegetação rasteira autóctone - espaços ajardinados a sul da habitação - colocação de três choupos junto ao alçado Norte	D	A
P6 % de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%	- cobertura ajardinada - vegetação no exterior	C	A +
P7 Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	- isolamento com aglomerado de cortiça negra de 6cm - vidro de baixa emissividade e baixo coeficiente global de transmissão térmica	C	A +

Após o estudo para a optimização do projeto verificou-se que é possível melhorar a classificação inicial de C (0.26) para B (0.63), sem considerar a dimensão económica. Os valores finais obtidos em cada categoria e dimensão encontram-se apresentados na tabela 4.

Tabela 3. Avaliação do nível de sustentabilidade da solução otimizada

Parâmetro	Solução otimizada	Nível de Sustentabilidade inicial	Nível de Sustentabilidade final
P8 Quantidade de energia produzida no edifício através de fontes renováveis	- sistema de colectores solar térmico para Águas Quentes Sanitárias - painéis fotovoltaicos na cobertura para micro-geração de energia, podendo atingir um Esolar de 2500 Kw/ano	E	A +
P10 % em peso de materiais reciclados na construção do edifício	- painéis de gesso cartonado certificados, com 99% de conteúdo reciclado	D	D
P11 % em custo dos produtos de base orgânica certificados	- isolamento de cortiça de origem certificada - madeiras certificadas em apainelados interiores, guarnições, portas e outros elementos	D	A
P12 % em massa de materiais substitutos do cimento no betão	- substituição de 22% do cimento por cinzas volantes no betão	D	A
P13 Índice de eficiência de deposição de resíduos domésticos	- ponto de recolha e separação de resíduos (ecoponto público) a menos de 50 metros - instalação de ecopontos domésticos para estimular os utilizadores à deposição selectiva de resíduos	C	A +
P14 Volume de água potável consumida anualmente <i>per capita</i>	- autoclismos de dupla descarga - chuveiros e torneiras de baixo fluxo - electrodomésticos de baixo consumo	E	A
P15 % de redução do consumo de água potável	- sistema de recolha de águas pluviais da cobertura para utilização nas bacias de retrete	D	A
P17 % em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	- tintas e vernizes para acabamentos com baixo conteúdo em COV	D	A

Tabela 4. Desempenho global após otimização

Dimensão		Categoria		Nível de sustentabilidade	
Ambiental	C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	B			
	C2 – Uso do solo e biodiversidade	B			
	C3 - Energia	A+		B	
	C4 – Materiais e resíduos sólidos	B			
	C5 - Água	A			
Social	C6 – Conforto e Saúde dos Utilizadores	A+			
	C7 - Acessibilidades	A+		A+	
	C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	A+			
Classificação final				B (0.63)	

7 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ao aplicar a metodologia de avaliação SBTool^{PT}-H ao caso de estudo é possível constatar que, por vezes, os pontos mais fortes do projeto podem estar diretamente relacionados com os seus pontos mais fracos. Se, por um lado, a escolha do lugar de implantação num dos vazios residuais deixados ao longo dos anos na malha urbana da cidade de Guimarães se traduz como uma mais-valia, tirando partido da infra-estruturação, amenidades e rede de transportes já existentes no lugar, com uma classificação A+, é esta mesma localização que se traduz em duas

das avaliações mais negativas, por se implantar num terreno ainda virgem e não rentabilizar o índice de utilização líquida disponível, com avaliações D e E, respetivamente. No entanto, é importante salientar que estes resultados não são de grande relevância, pois em termos práticos poderia optar-se por uma ocupação mais extensiva do lote. Por outro lado, embora intervindo em terreno considerado virgem, esta construção permitirá desbloquear e redinamizar uma zona urbana devoluta da cidade de Guimarães, com todas as vantagens urbanas associadas.

Há ainda a assinalar que nem todas as opções de otimização se traduzem em efetivas melhorias na classificação ou mesmo melhorias ambientais significativas, devido à sua reduzida escala, assumindo, antes de mais um importante papel na educação e sensibilização dos utilizadores mas também das empresas do sector da construção, para a importância da construção e do consumo sustentáveis. É o caso dos parâmetros relacionados com o consumo de água ou com o uso de ecopontos domésticos, mas também da opção por materiais reciclados, em que, como se pôde verificar, a utilização de painéis de gesso reciclado tem uma expressão mínima no global do projecto, não chegando a alterar a classificação do projeto.

Outras situações devem ser ponderadas com atenção, como por exemplo, a introdução de sistemas de produção de energia que permitam tirar partido de fontes renováveis, nomeadamente a solar. Se no parâmetro 8 as vantagens da introdução de painéis fotovoltaicos de grande eficiência se traduz numa subida muito grande na classificação, convém não esquecer que esta opção implicará repensar outros aspetos do projeto, como sobrecargas na estrutura, área livre da cobertura ajardinada ou custos do investimento inicial, que poderão afetar a prestação do projeto noutros parâmetros de avaliação.

Apesar disso é possível constatar que com uma ponderação prévia do projeto e através da adoção de medidas, na sua maioria simples, é possível melhorar a classificação final de C (0.26) para B (0.63), isto sem considerar a dimensão económica da construção. Ainda que estes parâmetros não tenham sido aprofundados, espera-se que o investimento inicial, maior do que o das práticas convencionais, possa ser largamente compensado pela redução de custos de utilização do edifício, tornando, cada vez mais, a sustentabilidade num valor acrescentado do imóvel.

Acima de tudo, a aplicação desta metodologia de avaliação a um caso de estudo, possibilita a compreensão do seu valor enquanto ferramenta de projeto, que permite ponderar e simular determinados fatores intrínsecos à utilização do edifício, compreendendo os impactos que as diferentes opções poderão apresentar ao nível ambiental, social e económico. A sua integração numa fase inicial do projeto, assim como a conjugação de esforços entre as diferentes disciplinas, permitirão projetar para o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- Andrade, A. (2010). *As mudanças climáticas e o problema energético*. Revista Tecnologia e Vida, nº7. Outubro 2010. ANET Norte. Portugal
- Bragança, L.; Mateus, R. (2009). *Guia de Avaliação SBTool^{PT}-H V2009/2*. Edições iisBE. Guimarães. ISBN: 978-989-96543-0-3
- CMMAD (1987). Relatório Brundtland. Citado em www.iisbeportugal.org. acedido em 25 de Fevereiro de 2012.
- Daly, H. (1996). *Beyond Growth*. Beacon Press. Boston. EUA. ISBN: 978-0-8070-4709-5
- Fernandes, J.; Mateus, R. (2012). *Energy efficiency principles in Portuguese vernacular architecture*. International conference BSA 2012. Porto: Portugal.
- Kibert, Charles (2005). *Sustainable construction – green building design and delivery*. 1st Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 434p.. ISBN: 0-471-66113-9.
- Mateus R.; Bragança, L. (2011). *Sustainability assessment and rating of buildings: developing the methodology SBTool^{PT}-H*. Building and Environment (2011), 10.1016/j.buildenv.2011.04.023.
- ONU (2001), *World Urban Prospects*. 2001 Revision
- Tirone, L.(2012). *O meio edificado ao serviço de uma elevada qualidade de vida*. Seminário Prosperidade Renovável. CS Junho 2012. Guimarães. Portugal